

СТАБИЛИЗАТОР ТОКА ЭМИССИИ

В. М. РАЗИН

(Представлено научным семинаром физико-технического факультета)

Во многих электровакуумных приборах требуется высокая степень постоянства тока эмиссии электронов от накаливаемого катода. Причиной изменения тока эмиссии может служить как изменение эмиссионных свойств самого катода в условиях непостоянного вакуума, так и действие внешних факторов: колебания напряжения, изменение расстояния между электродами под действием механических воздействий и т. п.

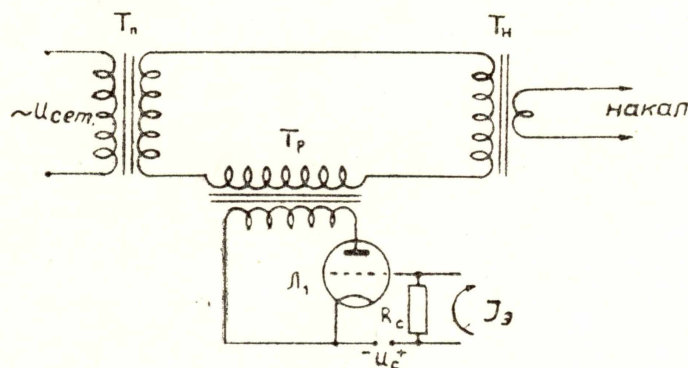


Рис. 1

В некоторых приборах, таких, как вакуумметр типа ВИ-3, течеискатель типа ПТИ-4 А и др., для целей поддержания постоянства эмиссии электронов применяется схема стабилизации, изображенная на рис. 1. В этой схеме ток эмиссии катода под действием вытягивающего напряжения проходит по сопротивлению R_c , создавая на нем некоторое падение напряжения. Эта разность потенциалов управляет анодным током лампы L_1 в цепи вторичной обмотки регулирующего трансформатора T_p таким образом, что при увеличении тока эмиссии анодный ток уменьшается, соответственно уменьшается и ток накала в цепи накаливаемого трансформатора T_n , компенсируя этим увеличение тока эмиссии.

При уменьшении тока эмиссии анодный ток лампы L_1 увеличивается, соответственно увеличивается и ток накала, компенсируя уменьшение тока эмиссии. Для повышения стабилизации в некоторых схемах между сопротивлением, на котором создается падение напряжения за счет тока эмиссии, и сеткой регулирующей лампы вводится усилитель постоянного напряжения. Особенности рассматриваемого способа регулирования можно выяс-

нить, пользуясь эквивалентной схемой рис. 2. Отметим некоторые из особенностей этого метода.

1. Для того, чтобы иметь возможность регулировать мощность в сопротивлении R_H в достаточно широких пределах, необходимо поглощать

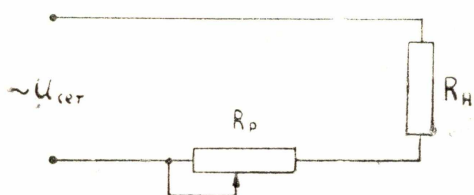


Рис. 2

в регулирующем сопротивлении R_p мощность того же порядка, что и в нагрузке, или даже больше. Следствием этого обстоятельства является низкий коэффициент полезного действия рассматриваемого способа. Отметим далее, что если требуется регулировать значительную мощность, то регулирующая электронная лампа также должна быть рассчитана на большую мощность рассеяния на аноде.

В упомянутых выше приборах в качестве регулирующей лампы применяется лучевой тетрод 6ПЗ, допустимая мощность рассеяния на аноде которого равна 20 *вт*, что позволяет регулировать в требуемых пределах мощность в нагрузке порядка 5 *вт*.

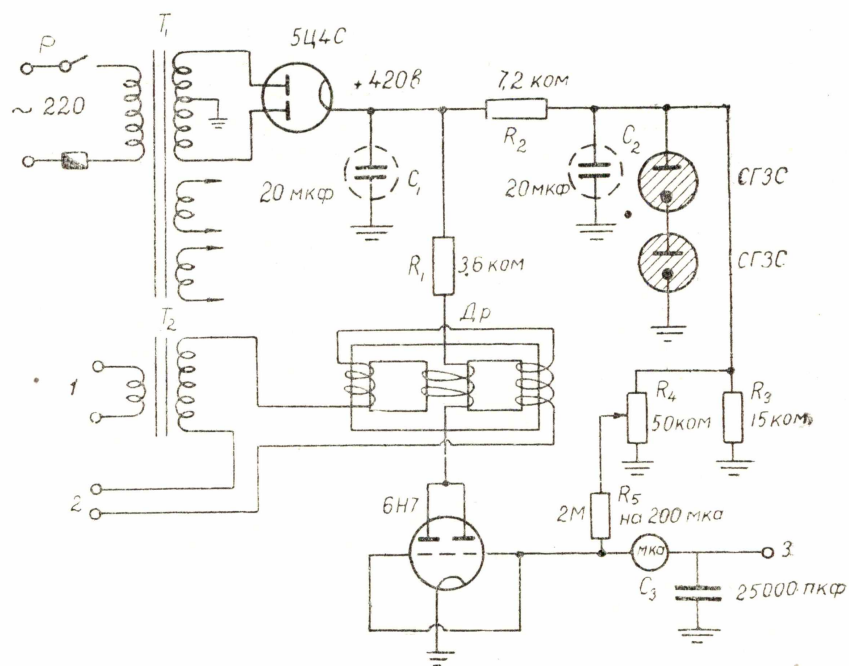


Рис. 3

При увеличении мощности нагрузки приходится для целей регулирования использовать большое количество ламп, вследствие чего схема становится громоздкой.

2. Достоинством рассматриваемого способа является малая инерционность регулирующего органа.

Для целей регулирования импульсного тока эмиссии электронной пушки бетатрона нами была разработана и использована схема рис. 3, где в качестве регулирующего органа применяется дроссельный магнитный усилитель $Др$. Применение магнитного усилителя позволило осуществить регулирование в весьма широких пределах при мощности в нагрузке около 10—15 *вт* без значительного усложнения схемы.

Схема (рис. 3) работает следующим образом. Импульсный ток с проводящего слоя вакуумной камеры бетатрона подается на клемму 3.

В цепи параллельно соединенных сопротивления R_5 и емкости C_3 импульсный ток усредняется (среднее значение тока порядка 50—100 $\mu\text{ка}$) и падение напряжения на сопротивлении R_5 за счет этого тока сравнивается с заданным с помощью потенциометра R_4 значением.

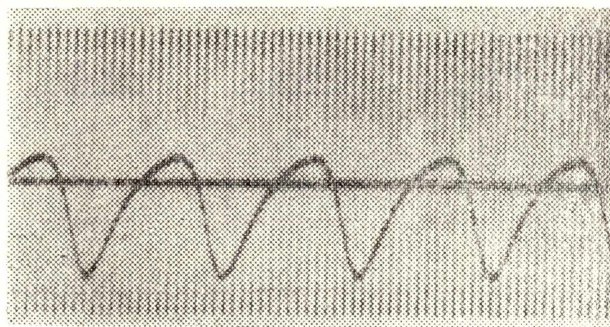


Рис. 4

Разность этих напряжений управляет анодным током лампы 6Н7. При увеличении тока эмиссии вследствие тех или иных причин потенциал сеток лампы 6Н7 становится более отрицательным, анодный ток лампы уменьшается. Уменьшение тока в управляющей обмотке магнитного усилителя уменьшает насыщение сердечника, вследствие чего индуктивность обмоток переменного тока увеличивается, падение напряжения на них увеличивается и соответственно уменьшается напряжение на накальном трансформаторе, подключаемом к клеммам 2 схемы рис. 3. В результате этого увеличение тока эмиссии сопровождается таким уменьшением напряжения накала, что результирующее изменение тока эмиссии оказывается весьма незначительным. При уменьшении тока эмиссии схема работает в обратном направлении изменений электрических величин.

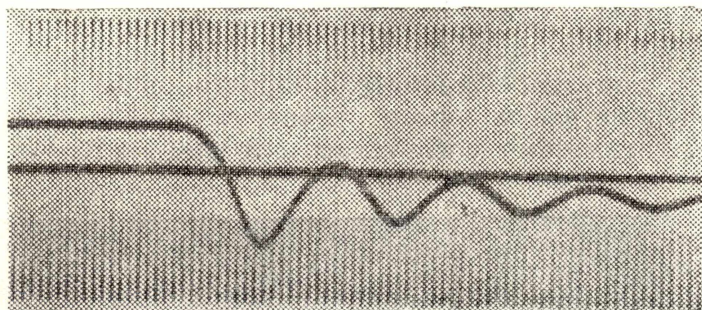


Рис. 5

Во время эксплуатации разработанной нами схемы стабилизации тока эмиссии было обнаружено, что в определенных условиях эта схема регулирования теряет устойчивость, самовозбуждается, причем незатухающие колебания имеют вид, изображенный на осциллограмме рис. 4.

Вблизи границы устойчивости переходный процесс имеет практически мало пригодный характер (см. осциллограмму рис. 5). Характер незатухающих колебаний указывает на то обстоятельство, что исследуемая система существенно нелинейна. Очевидно, элементом, вносящим наибольшую не-

линейность, в данной системе является нить накала (здесь существенно нелинейной является зависимость тока эмиссии от тока накала).

Как известно, теоретический анализ существенно нелинейных систем связан с серьезными математическими трудностями и может быть выполнен лишь в весьма приближенном виде. Вследствие этого нами были приняты экспериментальные исследования условий устойчивости в нашей схеме.

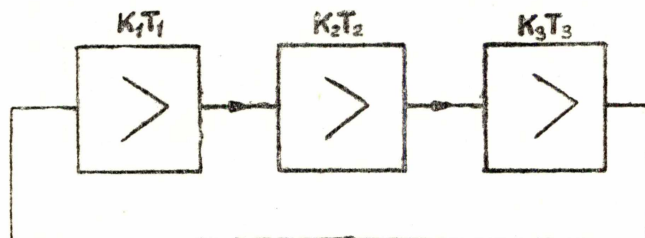


Рис. 6

Динамические свойства схемы стабилизации могут быть в первом приближении рассмотрены с помощью структурной схемы рис. 6 из трех последовательно соединенных релаксационных звеньев, т. е. элементарных

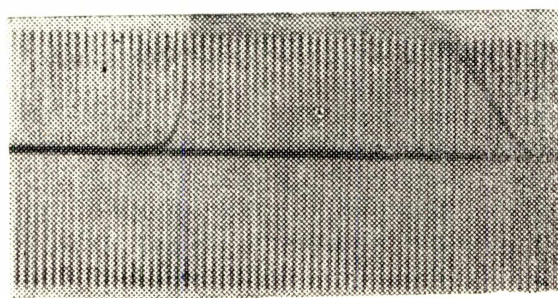


Рис. 7

звеньев первого порядка. Параметры первого звена определяются свойствами сеточной цепи электронного усилителя, второе звено соответствует электронному и магнитному усилителям и третье — катоду.

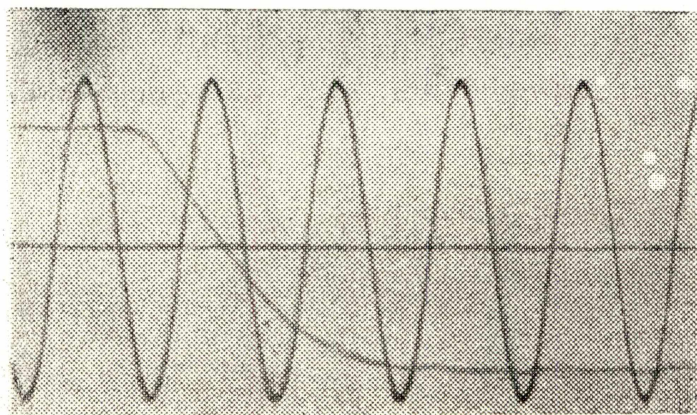


Рис. 8

Постоянная времени первого звена определяется произведением $R_5 C_3 \cong T_1$ (рис. 3). Постоянные времени второго и третьего звеньев $T_2 = 0,026$ сек и $T_3 = 0,21$ сек были определены по осциллограммам переходных процессов в цепях нити накала (рис. 7) и магнитного усилителя (рис. 8). Градуировка на этих осциллограммах, как и на всех остальных, имеет частоту 50 гц.

Критический коэффициент усиления всей схемы определяется из условия [1]

$$K_{кр} = \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_3} \right) (T_1 + T_2 + T_3) - 1.$$

Пользуясь этим выражением, можно вычислить значение $K_{кр}$ для различных величин T_1 и, таким образом, правильно выбрать параметры схемы стабилизации.

С целью проверки правильности определения постоянных T_2 и T_3 критический коэффициент усиления был измерен непосредственно в схеме при различных значениях постоянной времени T_1 .

Вычисленные и экспериментально определенные значения $K_{кр}$ для некоторых значений постоянной времени T_1 приведены в таблице.

Величина постоянной, сек	0,00455	0,0354	0,092	0,38	1,9
Вычисленное значение	57	28,5	23,8	55	110
Измеренное значение	62	19	16,8	27,2	92,5

Значительное расхождение данных опыта и расчета указывает на то обстоятельство, что система существенно нелинейна и вследствие этого точных результатов в линейном приближении получить нельзя. Совпадение общего характера зависимостей позволяет, однако, правильно выбрать расчетным путем величину постоянной времени T_1 , если известны величины T_2 и T_3 , не прибегая к экспериментальному определению зависимости $K_{кр} = f(T_1)$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мееров М. В. Основы автоматического регулирования электрических машин, ГЭИ, 1952.